

## Monitoring and risk assessment of pesticide in school foodservice products in seoul, Korea

Young-Ho Seo<sup>1</sup>, Kwang-Deog Moon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Service Culinary, Wonkwang Health Science University, Iksan 570-750, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

### 서울지역 학교급식 식재료의 잔류농약 위해성 평가

서영호<sup>1</sup> · 문광덕<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>원광보건대학교 외식조리산업과, <sup>2</sup>경북대학교 식품공학부, 식품생물산업연구소

#### Abstract

We tested for residual pesticide levels in school foodservice agricultural products in Seoul, Korea from 2010 to 2012. A total of 316 samples of 23 different types of agricultural products were analyzed via gas chromatography-nitrogen phosphate detector (GC-NPD), an electron capture detector (GC- $\mu$ ECD), a mass spectrometry detector (GC-MSD), and a high performance liquid chromatography-ultraviolet detector (HPLC-UV). We used multi-analysis methods to analyze 185 different pesticide types. Among the selected agricultural products, residual pesticides were detected in 26 samples (8.2%), of which 6 samples (1.9%) exceeded the Korea Maximum Residue limits (MRLs). We detected pesticide residue in more than 65% of the *Chwinamul*, while 6 among 9 analyzed samples contained pesticide residue, and 1 sample exceeded the Korea MRLs. Among the 185 kinds of pesticides that we have tested, 18 were detected, while 7 of them were detected more than twice. Data obtained were then used for estimating the potential health risks associated with the exposures to these pesticides. The most critical commodity is carbofuran in the perilla leaves, which has contributed 3.8% to the hazard index (HI). These results showed that the detected pesticides could not be considered as a serious public health problem. Nevertheless, constant supervision is recommended.

Key words : school foodservice, pesticide, agricultural, risk assessment, hazard index

#### 서 론

학교급식은 성장기 학생들을 대상으로 올바른 식습관과 균형잡힌 영양을 공급하고 미래의 인재를 양성한다는 목적 아래 1998년부터 전면 시행되었고, 위생안전성을 위해 2003년부터는 학교 HACCP이 실시되고 있다(1). 2012년을 기준으로 전국 11,476개 학교에서 1일평균 697만명이 급식을 실시하고 있으며, 식재료는 지역의 학교식자재 공급센터를 통해 대부분 이루어지고 있다(2). 최근에는 안전하고 우수한 식재료의 공급이 학교급식의 질과 안전성을 결정짓는 주요 요인으로 그 중요성이 강조되고 있으며, Medeiros 등

(3)도 식재료의 관리를 주요 위생관리 내용으로 지적하였다. 하지만 불량 식재료로 인한 식중독 사건으로 인하여 식재료에 대한 불안감이 증대하여, 식재료 생산에서부터 유통단계에서의 위생시스템에 대한 요구도 증가하고 있다(4).

농약은 채소 및 과실류의 안정적 생산을 위해 그 사용이 허가되고 있으나, 농약의 오남용을 방지하여 국민건강에 피해를 주지 않도록 각 농약의 사용량, 사용 횟수, 수확기에 따른 살포 횟수 및 시기 등에 관한 농약안전사용기준과 농약의 최대잔류허용기준을 설정하여 사용방법과 사용량을 엄격히 규제하고 있다(5,6). 세계 각국은 지속적인 모니터링 검사 및 감시를 실시하여 잔류농약 오염실태 및 그 추이 변화를 파악하고, 그 결과를 식품정책의 기초 자료로 활용하고 있으며, 농약이 최대잔류허용기준 이상으로 잔류

\*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr  
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

하고 있는 농산물을 폐기시킴으로써 유통농산물의 안전성을 보장하고 있다. 또한 우리나라도 2001년부터 매년 잔류농약 모니터링 사업을 실시하고 있으며, 총 430여종의 농약성분에 대하여 농산물의 농약잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있으며(7), 또한 농약의 검출빈도가 높은 농산물은 관련기관에 통보하여 농민들이 농약사용에 있어 농약안전기준을 준수하도록 지도, 계몽활동을 요청하고 있다(8).

채소 및 과실류는 열처리를 하지 않고 세척 후 바로 섭취하는 경우가 많아 이러한 잔류농약에 쉽게 노출될 것으로 예상되어지며, 농약의 인체노출과 관련하여 선진국 및 국제기구에서는 농약에 대한 위해성평가를 강화하고 있는 추세이다. 국내에서도 1992년 “농약의 안전성평가 기법”이란 심포지움을 개최하면서 농약에 대한 부분적인 위해성평가를 시도하여왔다. 하지만 학교급식 식재료로 쓰이는 채소 및 과실류에 대한 위해성 평가 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 학교 급식의 중요성을 감안할 때 시급히 진행되어야 할 사항으로 판단된다.

그러므로 본 연구에서는 서울지역 초, 중, 고등학교에서 수집된 농산물 316건을 대상으로 동시 다성분 분석 가능 농약 185종의 잔류실태와 위해성평가를 실시하였다. 대상 시료는 학교 급식 식재료로 주로 사용되는 곡류, 채소류, 과실류를 대상으로 하였으며 위해성 평가는 농산물 중 농약의 잔류량, 일일식품섭취량, 작물별 최대허용기준, 노출량 등을 이용하여 평가하였다. 이러한 연구결과를 통하여 향후 농약 잔류기준과 학교급식평가의 기초 자료로 활용함으로써 학교 급식 식재료의 안전성 확보에 기여하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시 료

2010년에서 2012년 사이 서울지역 25개 자치구 전역에 퍼져있는 초, 중, 고등학교 110곳에서 학교급식 식재료로 공급되는 곡류, 과실류, 채소류 316건을 수거하였다. 모든 시료는 신선 상태로 수거되었으며, 시료별 수거현황은 Table 1과 같다. 수집된 시료는 4°C에서 냉장상태로 보관하면서 48시간 이내에 시험 분석하였다.

### 시 약

농약 185종의 표준품은 Ehrenstorfer Gimbh(Augsburg, German)와 Waco(Osaka, Japan)에서 구입하여 사용하였다. 표준원액은 각 성분의 용해도에 따라 acetone과 methanol을 이용하여 1,000 mg/L로 조제하고, 이 표준원액은 -20°C 이하의 암실에서 밀봉보관하면서 희석하여 사용하였다. 시료 추출을 위하여 acetonitrile, acetone, n-hexane 및 dichloromethane은 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)의 잔류농약분석용 시약을 사용하였으며, 시료의 정제 과정을 위해 정제용

SPE-Florisil(Phenomenex, Torrance, CA, USA) 및 SPE-NH2(Varian, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. 모든 실험기구는 분석기기에 영향을 받지 않도록 초자 실험기구를 사용하였으며, 초순수로 세척 후 사용하였다.

### GC 분석대상 농약의 처리

본 실험을 수행하는데 사용된 시료 전처리는 식품공전의 다중농약다성분 분석법(7)을 일부 변형하여 시험하였다. 마쇄한 시료 50 g에 100 mL (acetonitrile)을 첨가한 후 homogenizer에서 2분간 고속 마쇄, 추출하였다. 균질화한 시료에 sodium chloride 15 g을 넣고 완전히 혼합한 후, 약 1시간 상온에 정치하여 acetonitrile과 물 층을 분리하였다. 상등액(acetonitrile층) 10 mL를 취하여 40°C의 수욕상에서 감압농축 후 acetone/n-hexane(2/8, v/v)으로 재용해하여 정제용 시료로 이용하였다. 시료의 정제를 위해 먼저 florisil

Table 1. Commodity and number of samples analyzed and detected

Type	Commodity	Samples collected and analysed	Samples detected with pesticide
Grains	Rice	17	0
	Apple	3	0
Fruits	Oriental melon	3	0
	Strawberry	2	0
	Pear	1	0
	Cabbage	51	4
Vegetables	Spring onion	21	0
	Bean sprouts	19	0
	Leek	18	3
	Spinach	17	3
	Radish	13	0
	Crown daisy	13	1
	Cucumber	12	1
	Pumpkin	12	0
	Lettuce	11	1
	Green pepper	11	3
	Potato	9	0
	Beet	9	1
Others <sup>a</sup>	Perilla leaves	9	5
	Onion	8	0
	Mallow	7	0
	Chamnamul	7	0
	Chwinamul	7	4
	Others <sup>a</sup>	36	0
	Total	316	26

<sup>a</sup>Mushroom, chard, radish leaves, pepper leaves, kale, broccoli, mustard leaves, chicory, waterdrop wort, shinsuncho, danggi leaf, shepherd's purse, pumpkin young leaves

cartridge(1,000 mg, 6 mL)에 5 mL의 n-hexane으로 흘려보낸 후 5 mL의 acetone/n-hexane(2/8, v/v)을 순차적으로 안정화시켰다. 정제용 시료를 cartridge에 주입한 다음 acetone/n-hexane(2/8, v/v)로 용출하여 감압농축하고, 농축 건조된 시료를 acetone에 재용해하여 분석시료로 사용하였다. 잔류농약 정성 및 정량분석을 위하여 분석기기는 GC-NPD(Agilent 7890A, Santa Clara, CA, USA), GC- $\mu$ ECD(Agilent 7890A, Santa Clara, CA, USA), GC-MSD(Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였다. GC 및 GC-MSD의 분석조건은 Table 2와 같다.

**Table 2. Analytical conditions of GC-ECD, GC-NPD and GC-MSD**

Detector	$\mu$ ECD	NPD	GC-MSD
Inlet temperature	230 °C	210 °C	230 °C
Detector temperature	280 °C	320 °C	280 °C
Flow rate	1.0 mL/min (N <sub>2</sub> )	60 mL/min (Air) 1.2 mL/min (N <sub>2</sub> ) 3 mL/min (H <sub>2</sub> )	1.0 mL/min (He)
Column	DB-1701	DB-1701	HP-5MS
Oven temperature	150 °C, 1min 12 °C/min 240 °C, 2min 10 °C/min 280 °C, 12min	150 °C, 1min 12 °C/min 200 °C, 8min 10 °C/min 260 °C, 8min	100 °C, 2min 10 °C/min 280 °C, 15min

**Table 3. Validation parameters such as limit of detection (LOD), limit of quantification (LOQ) and recoveries of pesticides detected in vegetables**

Pesticides	Commodity	Range ( $\mu$ g/mL)	Correlation coefficient( $r^2$ )	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)	Recovery (%)
Procymidone	cabbage	0.02-10	0.9992	0.02	0.07	97.6 $\pm$ 2.3
	leek	0.02-10	0.9984	0.02	0.07	95.3 $\pm$ 3.0
	red beet	0.02-10	0.9999	0.03	0.10	97.7 $\pm$ 2.8
Endosulfan	spinach	0.02-10	0.9923	0.02	0.07	92.8 $\pm$ 4.8
	cabbage	0.02-10	0.9992	0.02	0.07	93.7 $\pm$ 2.2
	chwinamul	0.02-10	0.9992	0.02	0.07	92.5 $\pm$ 3.5
Azoxystrobin	chwinamul	0.02-10	0.9998	0.05	0.17	82.5 $\pm$ 5.2
Diethofencarb	perilla leaves	0.02-10	0.9980	0.03	0.10	98.3 $\pm$ 4.1
	crown daisy	0.02-10	0.9991	0.03	0.10	101.4 $\pm$ 2.2
Chlorfenapyr	green pepper	0.02-10	0.9999	0.02	0.07	98.7 $\pm$ 2.0
	leek	0.02-10	0.9999	0.02	0.07	103.1 $\pm$ 1.5
Dimethomorph	spinach	0.02-10	0.9949	0.03	0.10	91.6 $\pm$ 3.4
	cabbage	0.02-10	0.9992	0.03	0.10	86.3 $\pm$ 1.4
Cypermethrin	lettuce	0.02-10	0.9983	0.03	0.10	88.2 $\pm$ 1.8
	leek	0.02-10	0.9990	0.03	0.10	90.7 $\pm$ 1.3
Diniconazole	perilla leaves	0.02-10	0.9999	0.02	0.07	98.6 $\pm$ 2.1
Carbendazim	perilla leaves	0.02-10	0.9995	0.05	0.17	89.6 $\pm$ 5.2
Chlorothalonil	cucumber	0.02-10	0.9999	0.05	0.17	96.4 $\pm$ 4.4
Tebuconazole	perilla leaves	0.02-10	0.9995	0.02	0.07	97.2 $\pm$ 3.0
Ethionphos	green pepper	0.01-10	0.9981	0.01	0.04	90.6 $\pm$ 2.5
Tetraconazole	green pepper	0.02-10	0.9999	0.02	0.07	98.4 $\pm$ 2.4
Carbofuran	perilla leaves	0.02-10	0.9945	0.05	0.17	90.2 $\pm$ 4.0
Pyridalyl	cabbage	0.02-10	0.9995	0.02	0.07	93.6 $\pm$ 3.2
Phorate	chwinamul	0.02-10	0.9946	0.02	0.07	96.1 $\pm$ 1.8
Chlorfluazuron	chwinamul	0.02-10	0.9994	0.03	0.10	98.2 $\pm$ 1.9
Fludioxonil	spinach	0.02-10	0.9988	0.05	0.17	95.5 $\pm$ 2.8

### HPLC 분석 대상 농약의 처리

HPLC 분석용 시료는 마쇄, 추출하고 진탕시킨 후 원심분리 한 상등액 10 mL를 취하여 감압농축 후 methanol/methylene chloride(5/95, v/v)로 재용해하였다. NH<sub>2</sub> cartridge(1,000 mg, 6 mL)에 methylene chloride(5/95, v/v)로 용출하여 감압농축 한 후 acetonitrile에 재용해하여 HPLV-UVD(Agilent 1100 series, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 기기분석 하였다.

### 위해성평가

학교급식 식재료에서 검출된 농약의 위해성 평가는 모니터링 결과 검출량을 바탕으로 일일섭취추정량(estimated daily intake: EDI)과 농약의 일일섭취허용량(acceptable daily intake: ADI)을 산출하였다. 그리고 일일섭취허용량(ADI, mg/kg bw/day)에 한국인의 평균체중(55 kg)을 곱하여 한국인의 1인 일일섭취허용량(mg/person/day)을 구하고, 마지막으로 잔류농약 섭취허용량 대비 식이섭취율을 hazard index(%)로 산출하였다(9-11).

### 시험법 검증

검량선은 잔류농약 표준품으로 100  $\mu$ g/mL stock solution을 만든 뒤 아세톤(GC 분석대상 농약) 및 메탄올(HPLC 분석대상 농약)로 희석하여 0.1~10  $\mu$ g/mL 정도의 범위가

되도록 표준용액을 조제하여 직선성을 확인하였다. 잔류농약의 회수율은 농약표준용액을 조제하여 잔류농약이 검출되지 않은 균질화한 시료에 0.01, 0.05, 0.5 mg/kg의 농도에서 3반복으로 수행하였으며 반복 회수율 수치간 변이계수는 30% 이하로 하였다. 또한 크로마토그램에서 얻어진 peak의 신호대 잡음비(S/N) 3.3과 10을 검출한계(limits of detection, LOD)와 정량한계(limits of qualification, LOQ)로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 잔류농약의 회수율, 검출 및 정량한계

본 시험방법에 의해 검출된 농약들의 상관계수, 검출한계(LOD), 정량한계(LOQ), 회수율은 Table 2에 나타내었다. 잔류농약 18종의 상관계수는 0.9945~0.9999로 양호한 직선성을 보였다. 분석된 농약의 검출한계는 0.01~0.05 mg/kg 수준이었으며, 회수율은 82.5~103.1%로 나타나 적정 회수율 범위를 나타내었다.

### 잔류농약 모니터링 결과

학교급식 식재료로 사용되는 채소, 과일에서 검출된 잔류농약은 식품의약품안전처에서 고시한 농약잔류허용기준에 따라 초과 여부를 평가하였으며 해당 농산물에 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되었을 경우의 적·부 판정에 대한 잠정기준은 Codex 기준을 적용하였다(12,13)

서울시내 초, 중, 고등학교 학교 급식 식재료로 사용되는 29품목의 농산물을 수거하여, 총 316건을 대상으로 잔류농약 모니터링을 실시하였다. 총 316건의 학교급식 식재료 농산물 중 290건(91.7%)에서 잔류농약이 검출되지 않았으며, 26건(8.2%)의 시료에서 잔류농약이 검출되었다. 품목별로 보면 취나물과 들깨잎에서 각각 57.1, 55.6%의 높은 검출율을 나타내었으며, 고추에서 27%의 검출율을 나타내었다. 그리고 부추, 시금치 등에서는 모두 20% 이하의 검출율을 보였으며, 곡류 및 과일류에서는 농약성분이 검출되지 않았다(Table 1). 들깨잎 및 상추 등 엽채류의 경우 표면적이 넓어 농약 살포시 농약의 부착 및 검출이 비교적 높아 농약 잔존율이 비교적 높게 나타나는 편으로 그 결과는 다른 모니터링 연구결과와도 일치하였다(14,15).

농약별 분포를 보면 분석된 농약 185종 중에서 검출된 잔류농약성분은 모두 18종이었다(Table 4). 검출된 농약 성분을 구체적으로 살펴보면 검출빈도가 가장 높은 농약은 프로시미돈으로 4회, 엔도설판 3회, 아족시스트로빈 3회 순으로 검출되었으며, 그 중 3건에서는 2종의 농약이 동시에 검출되었고, 잔류허용기준이 설정되어 있지 않거나 품목고시 되어 있지 않은 농약은 검출되지 않았다. 프로시미

돈은 딸기, 고추, 오이, 토마토 등에 잿빛곰팡이병과 덩굴마름병을 방제하는데 널리 사용되는 디카복시미드계 살균제로서, 식품의약품안전처에서 해마다 실시하는 잔류농약 모니터링에서 검출빈도가 높은 농약으로 알려져 있다. Kim 등(10)은 프로시미돈을 국내 유통 농산물의 농약잔류실태 모니터링에서 다빈도 검출농약이라고 보고하였으며, Ahn 등(12)이 보고한 국내 유통 농산물 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가에서 프로시미돈의 검출빈도가 가장 높았다고 보고하였다. 본 연구에서도 프로시미돈의 검출빈도가 가장 높은 것으로 나타나 여전히 많이 사용하고 있는 농약으로 나타났다.

Table 4. Pesticides detected in agricultural products

Pesticides	Mean value(mg/kg)	No. of detectable samples	No. of samples > MRL
Procymidone	0.67	4	
Endosulfan	0.23	3	3
Azoxystrobin	0.64	3	
Diethofencarb	2.77	2	
Chlorfenapyr	0.23	2	
Dimethomorph	1.16	2	
Cypermethrin	1.28	2	
Diniconazole	0.53	1	1
Carbendazim	3.23	1	
Chlorothalonil	0.40	1	
Tebufenpyrad	0.14	1	
Ethoprophos	0.07	1	1
Tetraconazole	0.14	1	
Carbofuran	1.61	1	1
Pyridalyl	0.16	1	
Phorate	0.04	1	
Chlorfluazuron	0.09	1	
Fludioxonil	0.23	1	
Total		26	6

국내 잔류허용기준(MRL)을 초과한 시료는 6건(1.9%)으로 나타났는데, 엔도설판 3건, 디니코나졸, 에토프로포스, 카보후란이 각각 1건씩 이었다. 엔도설판은 높은 고독성과 토양 중에 잔류기간이 120일 이상으로 후 작물에까지 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다(14). 이로 인하여 식용작물에 사용이 제한되었던 농약이지만 가격이 저렴하고 효과가 뛰어나 해충방제를 목적으로 아직까지 일부 사용되어 지고 있어, 생산단계에서 사용자에 대한 철저한 관리가 필요하다고 판단된다. 구체적으로 보면 시금치, 취나물, 배추에서 엔도설판 잔류허용기준치인 0.1 mg/kg을 초과하여 검출되었으며, 검출량은 각각 0.19, 0.27, 0.22 mg/kg 이었다. 또한

들깨잎에서는 9건의 시료 중 2건에서 잔류허용기준치를 초과하였고, 사용된 농약은 디니코나졸과 카보후란이었다 (Table 5). 안전한 농산물의 생산과 공급을 위해서는 농약안전사용기준에 따른 농민들의 올바른 농약 사용이 필수적이라고 할 수 있다. 특히 학교 급식 식재료로 사용되는 농산물은 잔류허용기준치를 초과해서 검출되더라도 이미 학생들이 먹고 난 후이기 때문에, 철저한 사전조사를 통해 농약의 안전한 사용을 위한 교육과 홍보가 보다 적극적으로 이루어

져야 할 것으로 판단된다.

#### 위해성 평가

학교 급식 식재료로 사용된 과일, 채소류에서 검출된 잔류농약 26종에 대한 위해성을 알아보기 위해 위해평가를 실시하였다(Table 6). 검출된 농약이 잔류하는 해당 농산물의 섭취로 인체에 유입될 일일섭취추정량의 hazard index(%)를 보면 들깨잎에서 검출된 carbofuran이 3.8%로 가장 높았으며, 다음으로 고추에서 검출된 ethoprophos가 1.9%를 나타내었다. 그리고 다른 농산물들은 모두 1% 미만을 나타내어 미미한 수준임을 확인 할 수 있었다. 일반적으로 hazard index(%)가 100%를 넘어서는 경우 위해하다고 판단되고 있는데(16), 본 연구에서 검출된 농약 26종에서는 hazard index(%)가 0~3.8%로 매우 낮은 것으로 조사되었으며, 이는 세척 및 조리 등의 가공 과정을 거치는 경우 그 위해도는 더욱 낮아질 것으로 예상된다. 위해도 평가는 위해물질의 허용량 결정과 안전사용기준 설정을 위한 기본 자료로 매우 중요하므로 농약의 위해성평가는 향후 국가차원의 잔류농약 모니터링 사업 및 식이섭취량을 활용한 평가로 장기간에 걸쳐 체계적으로 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

**Table 5. Distribution of pesticide residues above maximum residue limits (MRLs) in agricultural products**

Pesticides	Commodity	Detection value (mg/kg)	Korean MRLs on corresponding commodity (mg/kg)
Endosulfan	Spinach	0.19	0.1
	Chwinamul	0.27	0.1
	Cabbage	0.22	0.1
Diniconazole	Perilla leaves	0.53	0.05
Ethoprophos	Green pepper	0.07	0.02
Carbofuran	Perilla leaves	1.61	0.1

**Table 6. Risk assessment for pesticides detected in vegetables**

Commodity	Pesticides	Average of Detection value (mg/kg)	ADI <sup>a</sup> (mg/kgb.w/day)	EDI <sup>b</sup> (mg/day)	Hazard index <sup>c</sup> (%)
Perilla leaves	Diethofencarb	4.55	0.43	1.1E-04	0.03
	Diniconazole	0.53	0.02	1.3E-05	0.07
	Carbendazim	3.23	0.03	7.6E-05	0.25
	Tebufofenpyrad	0.14	0.01	3.3E-06	0.03
	Carbofuran	1.61	0.001	3.8E-05	3.8
	Procymidone	0.91	0.1	1.5E-04	0.15
Cabbage	Endosulfan	0.22	0.006	3.6E-05	0.6
	Pyridalyl	0.16	0.028	2.6E-05	0.09
	Dimethomorph	1.10	0.2	1.8E-04	0.09
	Procymidone	0.94	0.1	4.4E-05	0.04
Leek	Chlorfenapyr	0.34	0.026	1.6E-05	0.06
	Cypermethrin	0.34	0.02	1.6E-05	0.08
	Procymidone	0.67	0.1	2.7E-06	0
Spinach	Endosulfan	0.19	0.006	3.5E-05	0.58
	Dimethomorph	1.21	0.2	2.2E-04	0.11
	Fludioxonil	0.23	0.4	4.2E-05	0.01
Chwinamul	Endosulfan	0.27	0.006	9.8E-06	0.16
	Azoxystrobin	0.56	0.2	2.0E-05	0.01
	Phorate	0.04	0.0007	1.5E-06	0.21
	Chlorfluazuron	0.09	0.033	3.3E-06	0.01
Green pepper	Chlorfenapyr	0.11	0.026	1.2E-05	0.05
	Ethoprophos	0.07	0.0004	7.6E-06	1.9
	Tetraconazole	0.14	0.0073	1.5E-05	0.2
Crown daisy	Diethofencarb	0.98	0.43	2.5E-05	0.01
Lettuce	Cypermethrin	1.28	0.02	1.6E-04	0.8
Cucumber	Chlorothalonil	0.40	0.02	8.0E-05	0.4

<sup>a</sup>average level of detection

<sup>b</sup>acceptable daily intake

<sup>c</sup>Hazard index(%)=EDI/ADI×100

## 요 약

학교 급식 식재료로 사용되는 농산물 중 잔류농약의 안전성을 평가하고자 서울시내 초, 중, 고등학교 110곳에서 316건의 시료를 수거하여 잔류농약을 분석하였다. 185종의 농약에 대해 GC-ECD, GC-NPD, GC-MSD 및 HPLC-UVD를 이용한 다중농약 다성분 분석법으로 잔류농약을 분석하였고, 분석결과 26건의 시료에서 농약이 검출되었고, 취나물과 들깻잎에서 각각 57.1, 55.6%의 높은 검출율을 나타내었다. 농약 성분별 검출빈도는 프로시미돈, 엔도설판, 아족시스트로빈의 순으로 높게 나타났으며, 2종 이상의 농약이 동시에 검출된 것은 3건이었다. 그리고 검출된 시료 중 잔류허용기준을 초과한 시료는 6건이었으며 시금치, 취나물, 양배추에서 엔도설판, 깻잎에서는 디니코나졸과 카보후란, 고추에서는 에토프로포스가 잔류허용기준치를 초과하여 검출되었다. 위해성 평가결과 들깻잎에서 검출된 카보후란의 hazard index가 3.8%로 가장 높았으며, 다른 농산물들은 모두 2% 미만을 나타내어 위해도가 매우 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 서울지역 학교급식 식재료로 사용되는 농산물은 비교적 안전한 수준으로 농약관리가 이루어지는 것으로 판단되며, 지속적으로 농약의 안전한 사용을 위한 홍보와 교육이 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

## 감사의 글

이 논문은 2013년도 원광보건대학교 교내연구비 지원에 의해서 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Kim YH, Lee YK (2011) An evaluation of food delivery worker sanitation management practices that supply food to school foodservices. *Korean J Nutr*, 44, 74-81
- Ministry of education (2012) School foodservice statistics. available from: <http://www.index.go.kr/egams/index.jsp>
- Medeiros LC, Hillers VN, Kendall P, Mason A (2001) Food safety education what should we be teaching to consumers? *J Nutr Educ*, 33, 108-113
- Kim KA, Kwak TK, Lee KE (2006) Food purchasing and quality management practices in school food service. *J Korean Diet Assoc*, 12, 329-341
- FAO/WHO (2004) Available at: <http://www.codexalimentarius.org>. Accessed at January, 2013
- Bhanti M, Taneja A (2007) Contamination of vegetables of different seasons with organophosphorous pesticides and related health risk assessment in northern India. *Chemosphere*, 69, 63-68
- Korea Food and Drug Administration (2012) Food Code. Korean Food and Drug Administration, Cheongwon, Korea
- Kim HY, Yoon SH, Park HJ, Lee JH, Gwak IS, Moon HS, Song MH, Jang YM, Lee MS, Park JS, Lee KH (2007) Monitoring of residual pesticides in commercial agricultural products in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 237-245
- Kim HY, Jeon YH, Hwang JI, Kim JH, Ahn JW, Chung DH, Kim JE (2011) Monitoring of pesticide residues and risk assessment for cereals and leafy vegetables of certificated and general agricultural products. *Korean J Environ Agri*, 30, 440-445
- Kim SH, Choe WJ, Baik YK, Kim WS (2008) Monitoring of pesticide residues and risk assessment of agricultural products consumed in south Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1515-1522
- Seo YH, Cho TH, Hong CK, Kim MS, Cho SJ, Park WH, Hwang IS, Kim MS (2013) Monitoring and risk assessment of pesticide residues in commercially dried vegetables. *Prev Nutr Food Sci*, 18, 145-149
- Ahn JW, Jeon YH, Hwang JI, Kim HY, Kim JH, Chun DH, Kim JE (2012) Monitoring of pesticide residues and risk assessment for fruit vegetables and root vegetables of environment-friendly certified and general agricultural products. *Korean J Environ Agri*, 31, 164-169
- Yang YS, Seo JM, Kim JP, Oh MS, Chung JK, Kim ES (2006) A survey on pesticide residues of imported agricultural products circulated in Gwanju. *Korean J Food Sci Tech*, 21, 52-59
- Seung HJ, Park SK, Ha KT, Kim OK, Choi YH, Kim SJ, Lee KA, Jang JI, Jo HB, Choi BH (2010) Survey on pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul. *J Fd Hyg Safety*, 25, 106-117
- Lee HM, Hu SJ, Lee HS, Park SY, Kim NS, Shin YW, Choi KH, Kim SI, Nam SY, Cho DH (2013) Evaluation of residual pesticides in commercial agricultural products using LC-MS/MS in Korea. *Korean J Food Sci Tech*, 45, 391-402
- Chun OK, Kang HG (2003) Estimation of risks of pesticide exposure, by food intake, to Koreans. *Food Chem Toxicol*, 41, 1063-1076

(접수 2013년 12월 18일 수정 2014년 1월 2일 채택 2014년 1월 4일)